



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Adaptación cromática para daltónicos

Descripción general (resumen y metodología):

Descripción General del Trabajo

Este trabajo se centra en el estudio psicofísico y fisiológico de los mecanismos de adaptación cromática en sujetos con deficiencias en la visión del color (dicrómatas y tricrómatas anómalos). La adaptación cromática es el proceso por el cual el sistema visual ajusta su sensibilidad para mantener la constancia del color ante cambios en el iluminante (por ejemplo, pasar de la luz solar natural a una luz fluorescente de oficina).

Mientras que en sujetos con visión estándar (tricrómatas) este mecanismo está ampliamente modelado mediante los tres canales de conos (L, M, S), este estudio busca desentrañar cómo se recalibra la ganancia visual cuando uno de los canales falta (dicromatismo) o está alterado (tricromatismo anómalo). El trabajo analizará si el sistema visual del daltónico optimiza los canales restantes de forma independiente, si depende en mayor medida de los mecanismos de oponencia cromática post-receptor (en las células ganglionares y corteza visual), o si su ganancia está limitada por la pérdida de dimensionalidad del espacio de color.

Metodología

Para llevar a cabo el trabajo, se propone una metodología dividida en cuatro fases secuenciales:

Fase 1: Revisión Bibliográfica

Búsqueda, filtro y análisis crítico de la literatura científica. Deberás estructurar la revisión de la literatura en tres ejes fundamentales:

- Constancia del Color y Adaptación en Condiciones Anómalas

Buscar literatura que responda a la paradoja de la visión del daltónico: a pesar de confundir colores, en su vida diaria experimentan un mundo relativamente estable. El enfoque de búsqueda ha de ser sobre estudios sobre la "Constancia del color en dicrómatas". Cómo el cerebro utiliza pistas ambientales (luminancia, texturas, memoria del objeto) para compensar la falta de señales de color. La pregunta clave es ¿Es la constancia del color del daltónico tan eficiente en su espacio bidimensional como la del tricrómata en su espacio tridimensional?

- Regulación de Ganancia: ¿Receptor o Post-receptor?

La adaptación cromática ocurre en dos fases: en los propios conos (regulación de ganancia fotorreceptora) y en las neuronas de la retina y el cerebro (mecanismos post-receptores u oponentes). Hay que investigar si a un protanope le faltan los conos L (rojo), su canal oponente Rojo-Verde (L-M) está desactivado o alterado. ¿Cómo se adapta entonces el canal Azul-Amarillo (S-(L+M))? ¿Sufre el canal de luminancia una sobrecompensación?

Los autores de referencia son Webster, Rinner y Gegenfurtner (expertos en la dinámica temporal de la adaptación), o trabajos clásicos de Rushton sobre la cinética de los fotopigmentos.

- Modelos de Von Kries Modificados para Dicromatismo

El modelo clásico de Von Kries afirma que cada cono adapta su sensibilidad dividiendo su respuesta por la cantidad de luz que recibe de ese tipo ($L' = L / L_{\text{iluminante}}$).

Hay que buscar en la bibliografía cómo adaptar esta ley cuando L o M no existen. Si eliminamos una variable de la ecuación, ¿el modelo sigue prediciendo correctamente el comportamiento del ojo daltónico o falla estrepitosamente?

Fase 2: Modelado en Espacio de Conos

Utilizar las matrices de transformación fundamental del color (como las funciones de Smith y Pokorny o Stockman y Sharpe) para proyectar cómo los iluminantes estimulan los fotorreceptores de un daltónico antes y después de la adaptación.

Fase 3: Propuesta de Experimento Psicofísico

Diseñar un experimento teórico (o para implementar con sujetos si el alcance del trabajo lo permite) basado en el método de ajuste del gris neutro o de asociación cromática asimétrica (asymmetric color matching). El sujeto se adapta a un iluminante y debe identificar qué estímulo percibe como "blanco" o "gris" neutro bajo esa luz.

Fase 4: Análisis de Hipótesis

Comparar si los vectores de cambio adaptativo en daltónicos siguen las predicciones de la hipótesis de Von Kries (adaptación puramente a nivel de cono) o si requieren modelos de zonas oponentes (adaptación en etapas posteriores del cerebro). Comparar con lo encontrado en la revisión bibliográfica.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Evaluar, caracterizar y comparar los mecanismos de adaptación cromática y constancia del color en sujetos daltónicos en comparación con sujetos de visión tricrómatas estándar.

Objetivos Específicos

- Analizar las teorías actuales sobre la regulación de ganancia a nivel de fotorreceptores y post-receptores en el sistema visual humano.
- Determinar el grado de constancia del color que alcanzan los sujetos daltónicos ante diferentes cambios de iluminante (ej. iluminantes CIE como D65, A, F2).
- Identificar si los dicrómatas experimentan adaptación cromática en el eje de confusión o si su mecanismo adaptativo se limita exclusivamente al eje visual que conservan intacto.
- Evaluar la dinámica temporal (velocidad de adaptación) y la "completitud" del proceso adaptativo en estos sujetos.

Bibliografía básica:

1. Ma, R., Shinomori, K., Baraas, R. C., & Foster, D. H. (2016). Color constancy of color-deficient observers under illuminations defined by individual color discrimination ellipsoids. *Journal of the Optical Society of America A*, 33(3), A283-A293. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.33.00A283>
2. Pridmore, R. W. (2014). Orthogonal relations and color constancy in dichromatic colorblindness. *PLoS ONE*, 9(9), Article e107035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107035>
3. Rinner, O., & Gegenfurtner, K. R. (2002). Time course of chromatic adaptation for color appearance and color discrimination. *Journal of the Optical Society of America A*, 19(7),

1246-1253. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.19.001246>

4. Foster, D. H. (2011). Color constancy. *Vision Research*, 51(7), 674-700. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.09.006>
5. Foster, D. H., Nascimento, S. M. C., & Amano, K. (2004). Information limits on neural identification of colored surfaces in natural scenes. *Visual Neuroscience*, 21(3), 331-336. <https://doi.org/10.1017/S0952523804213335>
6. Webster, M. A. (2020). Visual adaptation and color constancy. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 31, 44-48. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.11.002>
7. Brettel, H., Viénot, F., & Mollon, J. D. (1997). Computerized simulation of color appearance for dichromats. *Journal of the Optical Society of America A*, 14(10), 2647-2655. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.14.002647>
8. Machado, G. M., Oliveira, M. M., & Fernandes, L. A. (2009). A physiologically-based model for simulation of color vision deficiency. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 15(6), 1291-1298. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2009.113>
9. Stockman, A., & Sharpe, L. T. (2000). The spectral sensitivities of the middle- and long-wavelength-sensitive cones derived from measurements in observers of known genotype. *Vision Research*, 40(13), 1711-1737. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(00\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(00)00021-3)

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: RAFAEL HUERTAS ROA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: rhuertas@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: JUAN LUIS NIEVES GÓMEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: jnieves@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: